

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

INFLUÊNCIA DA ORDEM DA MODALIDADE DE EXERCÍCIO NA
RESPOSTA HORMONAL AGUDA AO TREINO CONCORRENTE

Monografia

Mariah Gonçalves dos Santos

Porto Alegre, Novembro de 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Mariah Gonçalves dos santos

**INFLUÊNCIA DA ORDEM DA MODALIDADE DE EXERCÍCIO NA
RESPOSTA HORMONAL AGUDA AO TREINO CONCORRENTE**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título acadêmico de Licenciada em Educação Física pela Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof°. Dr°. Luiz Fernando Martins Kruel

Co-orientador: Prof. Ddo. Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre, Novembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas da minha família, principalmente a meu pai e minha mãe, os quais sempre me apoiaram e me incentivaram durante todos os anos da graduação. A todos aqueles que também contribuíram para a concretização desse trabalho, ao meu Orientador, Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel e ao Prof. Ddo Eduardo Lusa Cadore por todos os ensinamentos.

RESUMO

INFLUÊNCIA DA ORDEM DA MODALIDADE DE EXERCÍCIO NA RESPOSTA HORMONAL AGUDA AO TREINO CONCORRENTE

Autora: Mariah Gonçalves dos Santos

Orientador: Prof^o.: Dr^o. Luiz Fernando Martins Kruehl

RESUMO

A manipulação da ordem dos exercícios de força e aeróbio durante o treino concorrente tem como objetivo a otimização das adaptações neuromusculares. Baseado na importância da resposta hormonal para essas adaptações, o objetivo do estudo foi investigar a influência da ordem dos exercícios na resposta aguda de testosterona (TT) e cortisol (COR) durante uma sessão de treinamento concorrente. Dez homens jovens treinados em força executaram 2 sessões de treino: aeróbico-força (AF) e força-aeróbio (FA), compostas por 30min a 75% da frequência cardíaca máxima em ciclo ergômetro e 3 séries de 8 repetições a 75% da carga máxima em 4 exercícios de musculação. Amostras sanguíneas foram coletadas antes, entre modalidades e 5min após cada sessão para mensuração de TT e COR. Para análise dos resultados, utilizou-se ANOVA two-way com testes post-hoc de Bonferroni. Para comparação da variação total entre as situações utilizou-se o teste t dependente. O nível de significância foi $\alpha < 0,05$. Em relação ao COR, houve efeito do tempo após o primeiro exercício em ambas situações. Não houve modificações significativas após o segundo exercício independente da situação. Nas duas sessões a variação ao longo do primeiro exercício foi maior do que a variação após o segundo. Com relação à TT, na situação FA houve aumento significativo após o treino de força, mas estes níveis não foram mantidos durante o treino aeróbio. Em AF, houve aumento decorrente do treino aeróbio e manutenção dos níveis acima do repouso após o treino de força. Nas duas situações a variação de TT durante o primeiro exercício foi maior do que a variação durante o segundo. Baseado nos resultados, sugere-se que para otimização da resposta da TT, o treinamento aeróbio seja realizado anteriormente ao de força.

Palavras-chave: treinamento concorrente, resposta hormonal, testosterona, cortisol.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE ORDER OF THE OF EXERCISE TYPE IN ACUTE HORMONAL RESPONSE IN CONCURRENT TRAINING.

The manipulation of the order of strength training and endurance training during the concurrent training aims at optimizing the neuromuscular adaptations. Based on the importance of hormonal response to these adjustments, the study aimed to investigate the influence of exercise order in the acute response of testosterone (TT) and cortisol (COR) during a concurrent training session. Ten young men trained in strength training performed 2 sessions: Endurance-strength (AF) and strength-endurance (FA), consisting of 30 minutes in a cycle ergometer at 75% of maximum frequency cardiac and 3 sets of 8 repetitions at 75% of 1RM. Blood samples were collected before, between modalities and 5min after each session to measure TT and COR. For data analysis, we used two-way ANOVA tests with post-hoc Bonferroni. For comparison of the total variation between the conditions we used the dependent t test. The significance level was $p < 0.05$. In relation to the COR, was affected by time after the first exercise in both situations. No significant changes after the second exercise regardless of the situation. The variation in the two sessions during the first exercise was greater than the variation after the second. With respect to TT, in FA significantly increased after strength training, but these levels were not maintained during the aerobic training. In AF, increased due to endurance training and maintenance of levels above the rest after the strength training. In both situations the variation of TT during the first exercise was greater than the variation during the second. Based on these results, it is suggested that to optimize the response of the TT, endurance training is performed prior to strength.

Key Words: Concurrent training, hormonal response, testosterone, cortisol.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS.....	11
1.1.1. OBJETIVO GERAL.....	11
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Treinamento Concorrente.....	11
2.1.2. Efeitos na Força Muscular.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. População.....	15
3.2. Amostra.....	16
3.3.Cálculo Amostral.....	16
3.4.Variáveis.....	16
3.4.1. Independentes.....	16
3.4.2.Dependentes.....	17
3.4.3. Controle.....	17
3.4.4 Caracterização da Amostra.....	17
3.5. Protocolos.....	17
3.5.1. Protocolos de Exercício.....	17
3.5.2. Composição Corporal.....	18
3.5.3. Teste de Força Máxima Dinâmica (1RM).....	18
3.5.4. Teste Máximo em Cicloergômetro.....	19
3.6. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	19
3.6.1.Balança.....	19
3.6..2. Estadiômetro.....	19
3.6.3. Plicômetro.....	19
3.6.4. Metrônomo.....	19
3.6.5. Cicloergômetro.....	20
3.6.6. Frequencímetro.....	20
3.6.7. Multi-Força.....	20
3.6.8. Supino.....	20
3.6.9. Cadeira Extensora.....	20
3.6.10. Puxada.....	20
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5. RESULTADOS.....	21
6. DISCUSSÃO.....	24
7. CONCLUSÃO.....	27
8. REFERÊNCIAS.....	28
9. ANEXO A.....	33
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Gráfico da Variação do Cortisol ao longo da sessão FA e AF.....22
Figura 2 – Gráfico da Variação da Testosterona ao longo da sessão FA e AF.....23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra: média e desvios padrão das variáveis de caracterização da amostra.....	20
Tabela 2 -Valores para comparação das cargas entre as duas sessões de treino.....	21

1. INTRODUÇÃO

Diversas modalidades esportivas exigem a estruturação de programas de treinamento que combinem o desenvolvimento da força e da resistência aeróbia simultaneamente (DE SOUZA et al. 2007; CHTARA et al. 2005; BELL et al. 2000). O treinamento de força tipicamente resulta em aumento na força e massa muscular (ATHIAINEN et al. 2005), ao passo que o treinamento aeróbio melhora o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e conseqüentemente a capacidade aeróbia (KNUTTGEN, 2007).

A literatura internacional tem adotado a terminologia treinamento concorrente (TC) para se referir aos programas que combinam treinamento de força (TF) e de resistência aeróbia (TA) num mesmo período de tempo, já que podem ocorrer adaptações distintas produzidas pelo treinamento dessas duas capacidades físicas (BELL et al. 2000; HAKKINEN et al. 2003). Quando o treinamento de força e aeróbio são executados simultaneamente, um potencial efeito de interferência pode surgir no desenvolvimento de força. Essa interferência pode estar associada a fatores como o baixo conteúdo de glicogênio muscular levando a um estado catabólico crônico; um antagonismo na sinalização da síntese protéica, o que acaba por interferir na magnitude da hipertrofia muscular, especialmente nas fibras do tipo I (BELL et al. 2000; BAAR, 2006); um prejuízo nas adaptações neurais decorrentes do treino de força (HÄKKINEN et al. 2003; CADORE et al. 2010), além de uma fadiga periférica decorrente do treino aeróbio o que acaba por prejudicar a performance durante as sessões do treino de força (LEPERS et al. 2001).

A interferência associada ao estado catabólico crônico geralmente ocorre quando um grande volume de treino é realizado, por exemplo, quando 4 ou mais sessões de cada modalidade são executadas em uma semana (NADER, 2006). Um grande volume de treinamento pode gerar uma grande elevação nas concentrações circulantes de cortisol, hormônio associado ao catabolismo protéico, e um conseqüente desequilíbrio no balanço entre hormônios anabólicos (i.e. testosterona, GH) estimuladores da síntese protéica e hormônios catabólicos (i.e. cortisol), gerando um ambiente desfavorável para o desenvolvimento de massa muscular (KRAEMER et al. 1995, BELL et al. 1997, 2000). De fato, alguns estudos observaram a ocorrência do efeito de interferência no desenvolvimento de força e massa muscular, paralelamente ao

aumento nas concentrações de repouso de cortisol (KRAEMER et al. 1995, BELL et al. 1997, 2000).

Contudo, a investigação da influência das concentrações hormonais no efeito de interferência foi realizada somente através da avaliação desses parâmetros em repouso, e nenhum estudo até o momento investigou o padrão de resposta aguda desses hormônios durante uma sessão de treino concorrente, quando ambas modalidades são realizadas.

Diversos estudos têm investigado a influência de fatores ligados a sessão de treino na resposta hormonal aguda ao treino de força, como intensidade relativa à carga máxima (% de 1 Repetição Máxima – 1RM), número de séries, massa muscular envolvida e tipo de contração muscular (KRAEMER et al. 1992; HÄKKINEN e PAKARINEN, 1993; HÄKKINEN et al. 2001; SMILIOS et al. 2003, AHTIAINEN et al. 2005). Esses estudos objetivam o entendimento de quais fatores podem influenciar uma resposta hormonal que favoreça as adaptações crônicas ao treino, já que existem algumas evidências de que a resposta hormonal às sessões individuais de treino possuem relação com a magnitude das adaptações neuromusculares crônicas ao treinamento de força (AHTIAINEN et al. 2005; CADORE et al. 2008b). Embora fatores como intensidade, volume, tempo de intervalo tenham uma influência crítica na magnitude e/ou duração da resposta aguda de testosterona e cortisol ao treino de força (HANSEN et al. 2001; SMILIOS et al. 2003; AHTIAINEN et al. 2005), existe uma carência na literatura a respeito da influência da realização do exercício aeróbio imediatamente antes do treino de força na resposta hormonal aguda, visto que esse tipo de exercício possui maior demanda metabólica, o que acaba estimulando maior aumento do cortisol circulante, o que poderia influenciar na relação entre as concentrações de testosterona e cortisol durante a sessão de treino (SMILIOS et al. 2003; CADORE et al. 2008b; CREWTHEr et al. 2006).

Sendo assim, a determinação de qual a melhor ordem de execução das modalidades de treino durante o treino concorrente, força → aeróbio (FA) ou aeróbio → força (AF), com o objetivo de otimização de uma resposta hormonal que melhor poderia estimular as adaptações neuromusculares ao treinamento, poderia auxiliar na prescrição do treinamento concorrente. Baseado na carência de dados na literatura a respeito do efeito da ordem dos treinos de força e aeróbio na resposta hormonal ao treino concorrente o objetivo deste estudo foi

investigar se existe influência da ordem dos exercícios na resposta aguda de testosterona e cortisol durante uma sessão de treinamento concorrente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a influência da ordem dos exercícios de força e aeróbio na resposta aguda de testosterona e cortisol durante uma sessão de treino concorrente.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a resposta aguda da concentração da testosterona e cortisol após uma sessão de treino concorrente com o treino aeróbio realizado primeiramente.
- Determinar a resposta aguda da concentração da testosterona e cortisol após uma sessão de treino concorrente com o treino de força realizado primeiramente.
- Comparar a resposta de testosterona e cortisol em diferentes ordens de exercício durante as sessões de treinamento concorrente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TREINAMENTO CONCORRENTE

O treinamento concorrente (programa de treinamento voltado para o desenvolvimento tanto das capacidades aeróbicas quanto músculo-esqueléticas) vem ganhando uma atenção especial na literatura e muitos atletas têm utilizado esse modelo de treinamento com o principal objetivo de otimização da sua performance (Tanaka e Swensen, 1998). Bell et al., (1997) analisaram os ganhos de força e as diferenças nas concentrações hormonais em 11 sujeitos (5 mulheres e 6 homens) ao longo de 16 semanas de treino de força e endurance em dias alternados e encontraram aumentos significativos nos ganhos de força e também no $VO_{2máx}$, porém nas mulheres os aumentos na força foram menores quando comparados aos ganhos dos homens, sugerindo que esse tipo de treinamento pode resultar em diferentes adaptações de acordo com a população estudada.

Entretanto alguns estudos relatam um possível efeito de interferência nos ganhos de força quando o treinamento aeróbico é associado ao de força. Alguns

estudos como o de Hickson et al. (1980) têm sugerido algumas hipóteses para explicar esse fenômeno de interferência: 1 – Hipótese Crônica, na qual algumas adaptações decorrentes do treino aeróbico são antagônicas ao treino de força; 2 – Hipótese do Overtraining, que explicaria a interferência por uma causa neuromuscular, na qual há um estado de fadiga decorrente da atividade realizada primeiramente e que resulta em alterações no metabolismo energético e em alterações em concentrações hormonais; 3 – Hipótese aguda, na qual há fadiga muscular decorrente do treino aeróbico, comprometendo assim a produção de força no exercício de força. Docherty e Sporer inferiram que o fenômeno de “interferência” está presente quando ambos exercícios realizados são dependentes de mecanismos centrais, além de outros fatores, como a modalidade de treino, a intensidade, o volume, a ordem, assim como também a idade, o sexo e o nível de treinamento dos sujeitos pode influenciar nas adaptações ocasionadas pelo TC (Leveritt et al., 1999; Bell et al., 2000; Chtara et al., 2003). Em contrapartida alguns estudos como o de Leveritt et al. (2003) e McCarthy et al. (2002) não demonstraram nenhuma diferença entre o aumento de força nos grupos treinados somente em força ou de maneira concorrente. O estudo de Docherty e Sporer (2000) aponta que todas essas diferenças entre os estudos devem-se principalmente às diversas metodologias utilizadas e também o nível de treinamento dos sujeitos.

2.1.2. EFEITOS NA FORÇA MUSCULAR

Alguns estudos demonstram os efeitos do TC sobre a força muscular quando comparados ao Treino de Força realizado de maneira isolada, demonstrando em alguns casos um efeito de interferência no desenvolvimento da força. O estudo de Kraemer et al. (1995) analisou os efeitos de 4 tipos de treinamento (grupo concorrente, grupo concorrente com exercícios de força somente em membros superiores, grupo somente força e grupo somente aeróbico) sobre variáveis neuromusculares. O grupo concorrente e o que treinou força somente em membros superiores realizou 8 sessões por semana, sendo 4 de cada modalidade. Já os outros dois grupos realizaram apenas 4 sessões semanais da sua respectiva modalidade (força ou aeróbico). Quando comparado ao grupo que realizou somente força, o grupo concorrente obteve menores índices de desenvolvimento de força, mas quando comparado o grupo

concorrente que realizou treino de força em membros superiores ao grupo força, não foram observadas diferenças significativas nos ganhos de força após 4 semanas de treinamento. Esses resultados acabam por sugerir uma interferência nos ganhos de força na musculatura específica (neste caso o quadríceps) quando esta é trabalhada de maneira concorrente.

O estudo de Bell et al. (2000) também demonstrou esse possível efeito de interferência nos ganhos de força ao analisar um grupo de homens e mulheres jovens que treinaram de maneira concorrente e outro grupo treinou somente força. Foram observados aumentos significativos nos dois grupos entre o momento pré e pós treinamento, porém o grupo de treinamento de força obteve ganhos significativamente maiores quando comparado ao grupo concorrente.

Em um estudo recente, Cadore et al. (2010) também encontraram esse mesmo efeito de interferência em homens idosos submetidos a um treinamento durante 12 semanas (3x por semana) em 3 diferentes grupos: grupo concorrente, grupo força e grupo aeróbico. Os valores obtidos nos testes de 1RM pós treinamento nos membros inferiores foram significativamente maiores quando comparados aos do grupo concorrente. Os autores sugerem que esse fenômeno pode ser explicado pelas maiores adaptações neuromusculares encontradas no grupo força, já que não foram observados aumentos no estado catabólico desses indivíduos.

Em contrapartida, encontramos alguns estudos na literatura que não encontraram diferenças no desenvolvimento da força entre grupos treinados em força ou de maneira concorrente (MCCARTHY et al., 2002; LEVERITT et al., 2003). O estudo de Leveritt et al. (2003) analisou 26 jovens universitários divididos em 3 grupos (concorrente, força e aeróbico) que treinaram 3x por semana. O grupo concorrente sempre realizou o treino aeróbico previamente aos exercícios de força e os resultados dos testes de 1 RM entre os grupos concorrente e força foram semelhantes.

2.2. RESPOSTA HORMONAL AGUDA AO TREINO DE FORÇA

Diversos estudos analisaram as respostas hormonais agudas, tanto durante a realização de um Treino de Força quanto ao Treino Aeróbico. Tremblay et al. (2004) analisou a resposta hormonal do Hormônio Luteinizante (LH), Dehidroepiandrosterona (DHEA), Cortisol e Testosterona (Livre e Total). O principal

objetivo do estudo foi analisar essa resposta em grupos com diferentes níveis de treinamento e modalidades: grupo força (n=7), grupo aeróbico (n=8) e grupo sedentário (n=7). As coletas foram realizadas pré exercício, 1,2,3 e 4 horas após o início das sessões. Os principais resultados encontrados neste estudo foi que a concentração dos hormônios andrógenos aumentou principalmente em resposta ao exercício de força, enquanto em relação ao cortisol, este aumento foi observado somente durante o treinamento aeróbico. Os indivíduos treinados aerobicamente demonstraram menores variações hormonais em resposta ao exercício quando comparados aos sujeitos treinados em força, assim como também foi observado um declínio significativo na concentração de testosterona durante o período pós-exercício no grupo força. De acordo com estes resultados, os autores sugerem uma grande influência da modalidade e da intensidade do exercício nas respostas hormonais do que da quantidade total de energia gasta.

Contrário ao estudo citado acima, o estudo de Copeland et al. (2002), após analisar as respostas hormonais decorrentes de três protocolos (controle, força e aeróbico) em mulheres de diferentes faixas etárias (19 a 69 anos, divididas em 5 grupos por idade) nas concentrações de Testosterona, Cortisol, Hormônio do Crescimento (GH), Estradiol, IGF-1 e DHEA. Em relação à TT, não foram encontradas diferenças entre os protocolos Aeróbico e de Força, porém os valores absolutos foram maiores quando comparados à sessão controle ($p < 0,001$). Já o cortisol diminuiu ao longo dos 3 protocolos, entretanto comportou-se de maneira diferente ao longo do protocolo Aeróbico e de Força ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre os grupos (fator idade) nas respostas hormonais, o que acaba não concordando com estudos prévios da literatura que citam menores respostas da TT e do GH em indivíduos idosos e acaba, por fim, justificando essas diferenças ao número amostral pequeno e também à diversidade de protocolos utilizada em outros estudos.

Já o estudo de Linnamo et al. (2000) analisou a resposta de lactato a dois protocolos de exercícios de força (explosivo e hipertrófico), assim como algumas variáveis neuromusculares em resposta a estes dois protocolos (força e EMG). O protocolo explosivo foi constituído de 5 séries de 10 repetições com uma carga de $40 \pm 6\%$ de uma contração voluntária máxima isométrica (CVM), realizado de maneira mais rápida possível. O treinamento hipertrófico também foi constituído de 5 séries de 10 repetições, porém com uma carga maior ($67 \pm 7\%$ da CVM). A

concentração de lactato aumentou significativamente nos dois protocolos, porém de maneira mais expressiva no protocolo de hipertrofia ($p < 0,001$) quando comparado ao protocolo explosivo ($p < 0,005$), reforçando assim a idéia da influência intensidade como um fator determinante da magnitude da resposta hormonal durante o treino de força.

O principal objetivo do estudo de Cumming et al. (1986) foi investigar se a resposta hormonal em resposta ao exercício agudo ocorre de uma maneira sistêmica (agindo sobre a hipófise, que por sua vez controla a secreção das gônadas) ou localizada (agindo diretamente sobre os testículos). O estudo contou com a participação de 5 homens fisicamente ativos que realizaram um protocolo progressivo em cicloergômetro até a exaustão. Foram observados aumentos significativos em todos os hormônios analisados (Testosterona, Androstenediona, Dehidroepiandrosterona, Cortisol, LH, Hormônio Folículo-Estimulante – FSH – e Prolactina). Os autores sugerem que o aumento da testosterona resultante do exercício está associado a mecanismos específicos envolvendo o aumento da produção hormonal testicular.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. POPULAÇÃO

A população envolveu homens com idades entre 20 e 30 anos, com pelo menos 1 ano de experiência de treino de força, aptos a executar o teste de 1 repetição máxima (1 RM) no exercício de supino com 100% da massa corporal e no exercício de agachamento, com 130% da massa corporal (Cadore et al., 2008a). Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: histórico de lesão muscular, problemas cardiorrespiratórios, metabólicos hormonais, usuários de esteróides anabolizantes ou qualquer medicamento com influência no metabolismo. Uma avaliação médica foi solicitada previamente à inclusão dos indivíduos nesse estudo, com objetivo de identificar qualquer fator de exclusão que possa colocar em risco a saúde dos indivíduos durante as coletas de dados, e os indivíduos realizaram essa avaliação em seus respectivos médicos pessoais. Os indivíduos tomaram parte dos procedimentos metodológicos do estudo, bem como os possíveis riscos envolvidos com a participação no mesmo através da leitura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual assinaram em concordância com os procedimentos

descritos no mesmo. Esse projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e as coletas de dados do mesmo só iniciaram mediante aprovação desse órgão (projeto nº 19066).

3.2. AMOSTRA

A amostra foi selecionada através de cartazes de divulgação espalhados em academias de musculação em diferentes regiões da cidade de Porto Alegre. A amostra foi não-probabilística voluntária, constituída por 10 homens que executaram ambas as sessões de treino em ordem randomizada.

3.3. CÁLCULO AMOSTRAL

O tamanho amostral foi calculado, baseado em estudos de Smilios et al., (2003), além de estudos prévios no nosso Laboratório (Cadore et al., 2008a e 2008c). Optou-se por estes estudos para o cálculo amostral, devido à semelhança com as avaliações que serão realizadas no presente estudo. O cálculo foi realizado para amostras emparelhadas através do programa PEPI versão 4.0, onde foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 90%, e um coeficiente de correlação de 0,8 para todas as variáveis. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias obtidas dos estudos anteriormente citados, os cálculos realizados demonstraram a necessidade de um “n” de 10 indivíduos.

3.4. VARIÁVEIS

3.4.1. INDEPENDENTES

- Sessão de treino AF
- Sessão de treino FA

3.4.2. DEPENDENTES

- Concentração de testosterona total
- Concentração de cortisol

3.4.3. CONTROLE

- Dieta dos indivíduos nos dias de coleta
- Período do dia de realização dos protocolos

3.4.4. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

- Idade

- Estatura
- Massa corporal
- Composição corporal
- 1 RM Supino
- 1 RM Agachamento
- 1 RM Puxada Frontal
- 1 RM Extensão de Joelhos
- FC Máxima

3.5. PROTOCOLOS

Os indivíduos participantes do estudo compareceram à EsEF da UFRGS em 4 diferentes dias de coletas de dados. No primeiro dia, foi feita a exposição dos detalhes do estudo e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1). No segundo dia, foi realizada a mensuração das Características antropométricas e o os testes de 1 RM. Nos dias restantes, realizaram-se os diferentes protocolos de treinamento concorrente, que se diferenciaram pela ordem de execução dos exercícios de força e aeróbio. O intervalo entre as duas sessões de treinamento foi de 1 semana.

3.5.1. PROTOCOLOS DE EXERCÍCIOS

A ordem de execução das situações força-aeróbio (FA) ou aeróbio-força (AF) foi determinada por sorteio realizado imediatamente antes da coleta. Durante as diferentes sessões de treino, os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 minutos em cicloergômetro em uma cadência confortável e 1 série de 25 repetições para membros superiores inferiores. O treinamento de força consistiu em realizar 3 séries de 10 repetições a 70% do 1 RM com 90 segundos de intervalos entre séries nos exercícios. Os exercícios de força foram realizados sempre na mesma ordem: supino, agachamento, puxada frontal e extensão de joelhos. Durante o treinamento aeróbio os indivíduos realizaram 30 minutos de exercício contínuo em cicloergômetro a 75% da FC obtida no teste máximo. A sessão “FA” corresponderá a execução de todos os exercícios de força para depois haver a imediata execução do treino aeróbio; enquanto na sessão “AF” haverá a execução do exercício aeróbio completo para depois, imediatamente, haver a execução dos

exercícios de força. A duração do protocolo de força foi de aproximadamente 30 minutos enquanto a duração do protocolo total foi de aproximadamente 1 hora.

3.5.2. COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para a coleta dos dados antropométricos foi utilizada uma balança e um estadiômetro, ambos da marca Filizola. Para a coleta das dobras cutâneas foi adotado o protocolo proposto por Heyward e Stolarczyk (2000) e utilizado um adipômetro LANGE. A densidade corporal foi estimada através do protocolo proposto por Jackson e Pollock (1978) e o percentual de gordura estimado através da fórmula de Siri (*apud* Heyward e Stolarczyk, 2000).

3.5.3. TESTE DE FORÇA MÁXIMA DINÂMICA (1RM)

A força muscular dinâmica foi determinada através do teste de 1 RM para membros inferiores e superiores. Os exercícios testados foram o agachamento, extensão de joelhos, supino e puxada frontal. Os testes nos exercícios de agachamento e supino foram realizados com pesos livres, enquanto a extensão de joelhos e puxada frontal, realizados em equipamentos de musculação (WORLD, Porto Alegre, Brasil). Para o controle do tempo de execução de movimento, visando o controle indireto da velocidade de execução durante o teste, foi utilizado um metrônomo da marca QUARTZ delimitando o tempo em 2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica. Os indivíduos iniciavam o teste com um aquecimento geral de 5 minutos no cicloergômetro e aquecimento específico nos aparelhos de teste com baixas cargas, entre 10 e 15 repetições. Após o aquecimento, os valores de 1 RM eram determinados por tentativa e erro em até no máximo, 5 tentativas. O intervalo utilizado entre cada tentativa foi de 5 minutos.

3.5.4. TESTE MÁXIMO NO CICLOERGÔMETRO

O teste máximo em cicloergômetro foi realizado em um aparelho da marca CYBEX com o intuito de determinar a frequência cardíaca máxima de cada indivíduo para a posterior determinação da faixa de treino no cicloergômetro durante as sessões de treinamento concorrente. Os indivíduos iniciavam o teste pedalando a uma carga de 50W em uma cadência entre 70 e 75rpm durante 2 minutos e a carga era aumentada em 25W a cada minuto até a exaustão do indivíduo ou quando este

não conseguisse manter a cadência mínima de 70rpm. Para obtenção da frequência cardíaca máxima foi utilizado um frequencímetro (FS1, Polar, Finlândia).

3.6. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

3.6.1. BALANÇA

Para a determinação da massa corporal dos sujeitos, utilizou-se uma balança de alavanca da marca FILIZOLA, com resolução de 100 gramas.

3.6.2. ESTADIÔMETRO

Para determinação da estatura dos componentes da amostra, foi utilizado um estadiômetro da marca FILIZOLA, composto por uma escala métrica onde desliza um cursor que mede a altura do indivíduo na posição ortostática. Esta escala é fixa a uma base cujo apoio é no solo e sua resolução é de 1 mm.

3.6.3. PLICÔMETRO

Para mensuração das dobras cutâneas dos sujeitos, foi utilizado um plicômetro da marca LANGE, com resolução de 1 mm.

3.6.4. METRÔNOMO

Para controle da execução dos movimentos de força durante o teste de 1RM foi utilizado um metrônomo da marca QUARTZ.

3.6.5. CICLOERGÔMETRO

Para a realização do teste máximo foi utilizado um cicloergômetro da marca CYBEX.

3.6.6. FREQUENCÍMETRO

Para a mensuração da frequência cardíaca foi utilizado um frequencímetro da marca POLAR, modelo FS-1.

3.6.7. MULTI-FORÇA

Para a realização do exercício de agachamento, tanto no teste de 1RM quanto nos dias de coleta, foi utilizado um aparelho multi-força da marca WORLD.

3.6.8. SUPINO

Para a realização do exercício Supino, tanto no teste de 1RM quanto nos dias de coleta, foi utilizado um aparelho da marca WORLD.

3.6.9. CADEIRA EXTENSORA

Para a realização do exercício Extensão de Joelhos, tanto no teste de 1RM quanto nos dias de coleta, foi utilizado um aparelho da marca WORLD.

3.6.10. PUXADA

Para a realização do exercício Puxada Frontal, tanto no teste de 1RM quanto nos dias de coleta, foi utilizado um aparelho da marca WORLD.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se estatística descritiva com média \pm Desvio Padrão (DP). Para comparação entre as situações foi utilizado ANOVA de medidas repetidas com 2 fatores (tempo vs. protocolo) com testes post-hoc de LSD. Para comparação entre a variação total entre as situações foi utilizado o teste t independente. Possíveis relações entre as variáveis foram investigadas utilizando o Teste de Correlação Produto Momento de Pearson. Todos os dados foram analisados no pacote estatístico SPSS versão 15.0 para Windows. O nível de significância adotado foi $\alpha < 0,05$.

5. RESULTADOS

Na Tabela 1 estão expostos os dados de caracterização da amostra e a média da carga obtida no teste de 1 RM em cada um dos exercícios realizados.

Tabela 1: Características físicas

	Média \pm DP
Idade (anos)	23.4 \pm 0.9
Altura (cm)	174.8 \pm 4.9
Peso (kg)	77.5 \pm 4.8
Massa gorda (%)	15.8 \pm 2.7
Massa magra (%)	84.2 \pm 2.7
Supino 1RM (kg)	92.9 \pm 16.3
Agachamento 1RM (kg)	113.6 \pm 8.6
Puxada frontal 1RM (kg)	87.4 \pm 13.4
Ext. de joelhos 1RM (kg)	120.0 \pm 18.4
FC máxima (bpm)	187.2 \pm 5.35

A Tabela 2 expõe os dados referentes à carga média em cada exercício nos dois dias de protocolo, assim como também a carga total e a média da frequência cardíaca.

Tabela 2: Carga durante os diferentes protocolos. Média \pm DP.

Exercício	Força-aeróbico	Aeróbico-força
Supino (kg)	64.8 \pm 10.9	64.8 \pm 10.9
Agachamento (kg)	79.5 \pm 6.1	79.5 \pm 6.1
Puxada frontal (kg)	60.9 \pm 9.5	60.9 \pm 9.5
Ext. de joelhos (kg)	83.9 \pm 12.8	83.9 \pm 12.8
Carga total (kg)	289.1 \pm 33.9	289.1 \pm 33.9
Cicloergômetro (bpm)	140.0 \pm 4.0	140.0 \pm 4.0

Com relação ao cortisol (Figura 1), houve um efeito significativo do tempo ($p < 0.05$), com aumento sendo observado após a primeira modalidade de exercício em ambas as situações. Não houve modificações significativas após a segunda modalidade de exercício independente da situação no cortisol. Além disso, não foram encontradas diferenças na variação total entre as situações nesse hormônio (AF: 12.6% e FA: 8.2%). No entanto, independente do tipo de exercício, nas duas situações a variação ao longo da primeira modalidade foi significativamente maior do que a variação após a segunda (FA: 10.6 vs. -2.1%; e, AF: 11.5 vs. 1.1%; $p < 0.05$).

Já com relação à testosterona, houve um efeito significativo do tempo em ambas as situações (FA e AF), conforme ilustrado na figura 2. Contudo, na situação FA houve aumento significativo após o treino de força ($p < 0.05$), porém estes níveis não foram mantidos durante o treino aeróbico. Já na situação AF, houve aumento significativo na testosterona decorrente do treino aeróbico, com a manutenção dos níveis maiores que o repouso após o treino de força ($p < 0.05$). Independente do protocolo, nas duas situações a variação dos níveis de testosterona durante a primeira modalidade foi maior quando comparada à variação durante a segunda (FA: 22.3 vs. -12.9%; e, AF: 31.8 vs. 7.6%; $p < 0.05$). A variação total da testosterona foi significativamente maior na situação AF comparada à situação FA (41.4 vs. 3.3%; $p < 0.01$). Além disso, o aumento da testosterona em resposta ao exercício aeróbico foi maior na situação AF comparado a FA (31.8 vs. -12.9%; $p < 0.01$), bem como maior em resposta ao exercício de força na situação FA comparado a situação AF (22.3

vs. 7.6%; $p < 0.05$). Ainda, a variação na testosterona em resposta ao segundo exercício (força) na situação AF foi significativamente maior do que a variação observada no segundo exercício (aeróbico) na situação FA (7.6 vs. -12.9%; $p < 0.05$).

Durante a situação FA, foram observadas correlações inversas e significativas entre os níveis de repouso de cortisol e a variação total de testosterona ($r = -0.73$ $p = 0.016$); níveis de cortisol e níveis de TT entre os tipos de exercício (mid) ($r = -0.78$ $p = 0.007$); níveis de cortisol e testosterona após o exercício ($r = -0.80$ $p = 0.005$) e entre a variação da testosterona após o treino de força (primeiro exercício) com a variação da testosterona após o treino aeróbico (segundo exercício) ($r = -0.85$ $p = 0.002$). Já na situação AF, foram observadas correlações inversas significativas entre os níveis de cortisol em repouso com a variação da testosterona após o exercício aeróbico (primeiro exercício) ($r = -0.76$ $p = 0.011$) e com a variação da testosterona após o treino de força (segundo exercício) ($r = -0.87$ $p = 0.001$).

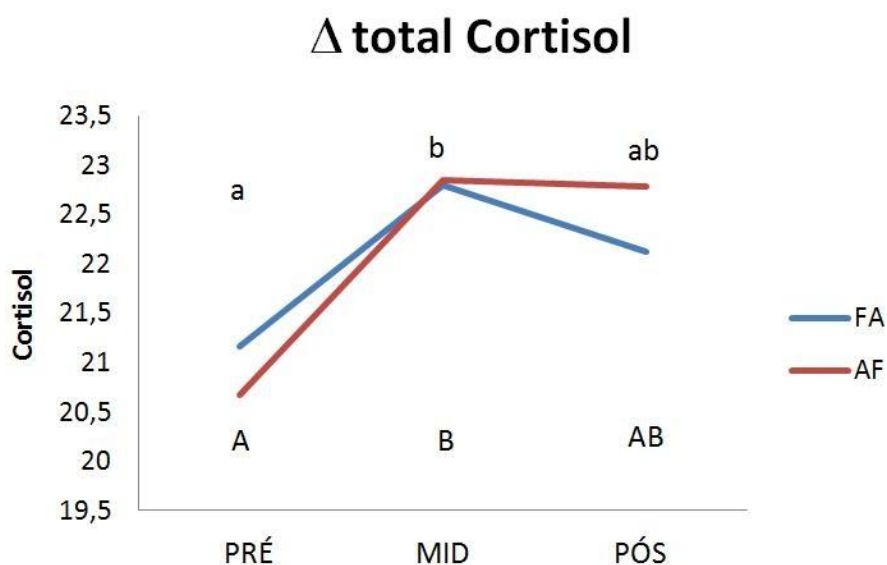


Figura 1: Gráfico da Variação do Cortisol ao longo da sessão FA e AF.
Letras minúsculas correspondem a FA e maiúsculas correspondem a AF.
PRÉ: 1ª Coleta sanguínea; MID: 2ª Coleta sanguínea; PÓS: 3ª Coleta Sanguínea

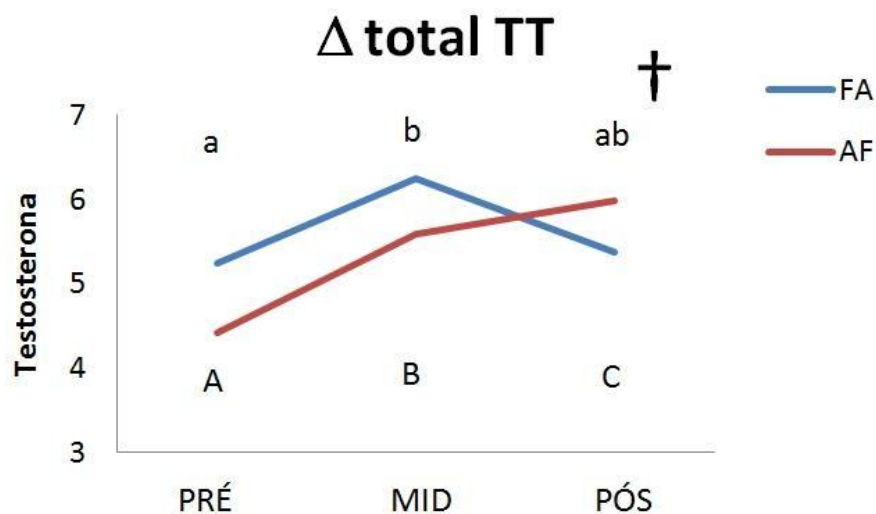


Figura 2: Gráfico da Variação da Testosterona ao longo da sessão FA e AF.
 Letras minúsculas correspondem a FA e maiúsculas correspondem a AF.
 PRÉ: 1ª Coleta sanguínea; MID: 2ª Coleta sanguínea; PÓS: 3ª Coleta Sanguínea
 † Indica interação significativa entre tempo x ordem do exercício ($p < 0,05$)

6. DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo foram que, seja qual for a ordem do tipo exercício realizado durante uma sessão de treino concorrente, a resposta hormonal ao primeiro exercício é sempre maior do que durante o segundo exercício. Além disso, a magnitude da resposta total da testosterona durante a sessão aeróbio-força foi maior do que a sessão força-aeróbio, sugerindo que a ordem dos tipos de exercício pode influenciar na resposta da testosterona à sessão de treino. Ainda, foram observadas correlações inversas entre os níveis do cortisol e a magnitude da resposta da testosterona nos indivíduos.

Os principais fatores relacionados à resposta hormonal aguda durante uma sessão de TF que podemos destacar são volume, intensidade, número de séries (HÄKKINEN & PAKARINEN, 1993, SMILIOS et al. 2006), tempo de intervalo, tipo de contração muscular (KRAEMER et al. 2006), quantidade de massa muscular envolvida (HÄKKINEN et al. 1998) relação com a utilização da rota glicolítica e ao TA (duração do exercício e intensidade). A investigação da resposta hormonal aguda a sessão de treino pode ser importante já que no estudo de Willoughby e Taylor (2004) foi demonstrado uma correlação entre a resposta de TT e o aumento

de receptores androgênicos, assim como também o aumento no número desses receptores possui relação dieta com a magnitude de hipertrofia (INOUE et al. 1994).

Já a ausência de diferença entre as concentrações de COR pré e pós nos dois protocolos analisados, sugere que ambos exercícios geram estímulos semelhantes e que o aumento pode se dar tanto em função do exercício quanto pelo stress psicológico. Os mecanismos de regulação desse hormônio também aparentam ser regulados pelos mesmos mecanismos de repouso. O estudo de Kraemer et al. (1999) observou em indivíduos jovens e idosos submetidos a uma sessão de TF, um aumento na liberação de adrenocorticotropina (ACTH) induzida pelo exercício, o que possivelmente causou o aumento do cortisol em resposta à mesma sessão de treino.

O estudo de Tremblay et al. (2003), ao comparar as concentrações hormonais em resposta a uma sessão isolada de TF e outra de TA, observou aumento nos níveis de Cortisol somente após o treinamento de força, sugerindo assim um comportamento modalidade-dependente das concentrações desse hormônio. Assim como no estudo de Copeland (2002), também foi observado diferentes comportamentos em resposta ao tipo de exercício na TT e no COR, porém as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas, o que o autor sugere ter ocorrido devido ao pequeno “n” amostral. No presente estudo, independente da modalidade realizada, o primeiro sempre resultou em maior resposta. Ainda, na sessão AF, os níveis acima do repouso foram mantidos após a sessão de treino aeróbio, resultando ainda em um pequeno incremento após o treino de força. Já na sessão FA, após o treino de força o treino aeróbio não foi estímulo suficiente para manter os níveis de testosterona acima do repouso, resultando numa variação total da testosterona inferior quando comparada a variação total obtida na sessão AF. Os resultados do presente estudo sugerem que exista um limite de aumento na testosterona, que é dependente do tipo de exercício utilizado ao longo de uma sessão de treino concorrente. Tem sido demonstrado, que uma sessão de treino de força com predominância da rota glicolítica láctica, como a utilizada no presente estudo, possui um grande potencial de estímulo para a testosterona, já que pode haver estimulação direta do lactato nos testículos, como reporta o estudo de Lu et al. (1997) que encontrou um aumento nos níveis de testosterona 20 minutos após um período de 10 minutos de exercício em ratos, nos quais houve manipulação direta de lactato nos testículos. Também é importante citar a correlação entre a

concentração entre o Lactato e a Testosterona. Ainda neste estudo, a infusão de lactato nos testículos *in vitro* resultou em aumento na testosterona dose dependente. Sendo assim, após a sessão de treino de força, o treino aeróbio pode não ter sido capaz de estimular ainda mais ou manter os níveis de testosterona, já que a intensidade do impacto metabólico não foi mantida. Por outro lado, quando o exercício aeróbio foi executado antes, partindo do repouso, é possível que tenha sido suficiente para estimular a testosterona dos indivíduos da amostra, que são treinados em força, mas não treinados aerobicamente. De fato, tem sido demonstrado que o nível de treinamento (CADORE et al. 2008; AHTIAINEN, et al. 2004; KRAEMER, et al. 1999; KRAEMER et al. 1992) assim como também o tipo de treinamento realizado pelos indivíduos possui influência na resposta hormonal, como por exemplo o estudo de Tremblay et al. (2003), que demonstrou aumentos significativos de hormônios anabólicos em sujeitos treinados em força, enquanto os indivíduos treinados aerobicamente demonstraram respostas hormonais menores ao exercício. A resposta hormonal ao treino aeróbio pode ser justificada por estimulação adrenérgica ou mesmo por maior vasodilatação nos testículos estimulada pela maior liberação de óxido nítrico decorrente do exercício (MESKAITIS et al. 1997). É possível que realizando um exercício com maior impacto metabólico, com maior estimulação de lactato, os indivíduos do presente estudo tenham sido aptos a manter os níveis acima do repouso, após a sessão de treino de força, quando realizada depois do treino aeróbio, o que resultou numa maior variação total após a sessão de treino quando comparada a outra ordem (FA).

Os efeitos da manipulação da ordem dos exercícios durante o TC nas adaptações neuromusculares têm sido pouco investigados e ainda há uma carência na literatura de estudos que demonstrem como ocorrem as diferentes adaptações morfológicas no TC em diferentes ordens de exercício (CHTARA et al. 2008). Contudo, a investigação da resposta hormonal aguda a sessão de treino pode ser importante já que foi demonstrado uma correlação entre a resposta de TT e o aumento de receptores androgênicos (WILLOUGBY et al. 2003) e esses receptores possuem relação dieta com a magnitude de hipertrofia (INOUE et al. 1993).

No presente estudo foram observadas correlações inversas entre TT e COR. Nossos dados concordam com estudo de Brownlee et al. (2005), que analisou a correlação entre TT e COR em homens ativos antes, durante e após duas sessões de exercício aeróbico entre 65 e 75% do $VO_{2máx}$. Os autores também sugerem que o

cortisol pode ter um efeito inibitório na testosterona. Essa correlação inversa, segundo o estudo de Cumming et al. (1983), sugere que o efeito do cortisol sobre a produção de testosterona se dá nos testículos e não na hipófise, através da interrupção do processo esteroidogênico nas células de Leydig. Esses resultados são importantes porque sugerem que indivíduos com altos níveis de cortisol podem ter um prejuízo na resposta da testosterona, podendo resultar em menor magnitude de adaptações crônicas ao TF (CADORE et al. 2005; KRAEMER et al. 1999). Entretanto, cuidados devem ser tomados na interpretação desses resultados, já que a extensão da importância da resposta hormonal aguda nas adaptações crônicas ainda não é bem conhecida.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do estudo, a ordem de execução das modalidades força e aeróbico influencia na resposta hormonal aguda ao TC. Quando a modalidade aeróbica foi realizada anteriormente à de força, podemos observar um maior aumento de TT ao longo da sessão e a mesma também manteve-se elevada acima dos níveis de repouso por mais tempo. Por outro lado, o mesmo não foi observado no COR, que demonstrou padrão semelhante em ambas sessões.

O Treino de Força, quando realizado após o TA, foi suficiente para manter os níveis de TT elevados, o que não ocorreu quando o Treino Aeróbico foi realizado após o TF, o que pode ter ocorrido devido ao maior impacto metabólico ocasionado pela predominância da rota glicolítica láctica durante o protocolo de TF utilizado.

O modelo de protocolo aeróbico utilizado em nosso estudo parece não ter provocado nenhuma evidência de possível interferência sobre as respostas hormonais ao longo do exercício de força e, quando realizado anteriormente ao protocolo anaeróbico, foi suficiente para elevar significativamente tanto os níveis de Testosterona quanto os níveis de Cortisol, proporcionando assim um ambiente favorável para o desenvolvimento da força.

Baseado nos resultados encontrados em nosso estudo, para a otimização da resposta da testosterona durante o treinamento concorrente, sugere-se que o treinamento aeróbico seja realizado anteriormente ao de força.

8. REFERÊNCIAS

1. AHTIAINEN, J. P. PAKARINEN, A. ALEN, M. KRAEMER, W. J. and HAKKINEN, K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. **J. Strength and Cond. Res.** 19(3):572-582, 2005.
2. AHTIAINEN, JP, PAKARINEN A, KRAEMER WJ, HÄKKINEN K. Acute Hormonal Responses to Heavy Resistance Exercise in Strength Athletes Versus Nonathletes. **Can. J. Appl. Physiol** 29(5): 527-543, 2004.
3. BAAR, K. Training for endurance and strength: lessons from cell signaling. **Med. Sci. Sports Exerc.** 38(11): 1939-1944, 2006.
4. BELL, G.J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T.P.; BURNHAM, R.; QUINNEY, H.A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.** 81:418-427, 2000.
5. BELL, G.J.; SYROTUIK, D.; SOCHA, T.; MACLEAN, I.; QUINNEY, H.A. Effect of strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **J. Strength Cond. Res.** 11(1): 57-64, 1997.
6. BROWNLEE, K.K.; MOORE, A.W.; HACKNEY, A.C. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. **J. Sports Sci. and Med.** 4, 76-83. 2005
7. CHTARA, M.; CHAMARI, K.; CHAOUACHI, M.; CHAOUACHI, A.; KOUBAA, D.; FEKI, Y.; MILLET, G. P.; AMRI, M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **Br J Sports Med.** 39:555-560, 2005.
8. CADORE, E.L., PINTO, R.S.; ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; LHULLIER, F.L.R.; TARTARUGA, M.P.; CORREA, C.S.; ALMEIDA, A.P.V.; SILVA, E.M.; LAITANO, O.; KRUEL, L.F.M.: Neuromuscular economy, strength, and endurance in healthy elderly men. **J. Strength Cond. Res.** *In press.* 2010.
9. CADORE, E.L.; BRENTANO, M.A.; LHULLIER, F.L.R.; SILVA, E.M.; SPINELLI, R.; AMBROSINI, M.B.; MOROUÇO, P.; KRUEL, L.F.M. Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. **J. Strength Cond. Res.** 22(5): 1617-1624, 2008.

10. CADORE, E.L.; BRENTANO, M.A.; LHULLIER, F.L.R.; KRUEL, L.F.M. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. **Rev. Bras. Med. Esp.** In Press, 2008b.
11. CADORE, E.L.; LHULLIER, F.L.R.; BRENTANO, M.A.; SILVA, E.M.; SPINELLI, R.; AMBROSINI, M.B.; SILVA, R.F., KRUEL, L.F.M. Correlations between serum and salivary hormonal concentrations in response to resistance exercise. **J. Sports Sci.** 26:1067-1072, 2008c.
12. CADORE, E.L.; BRENTANO, M.A.; KRUEL, L.F.M. Efeitos da atividade física na densidade mineralóssea e na remodelação do tecido ósseo. **Rev Bras Med Esporte** - Vol. 11, Nº 6 – Nov/Dez, 2005.
13. CHTARA, M.; CHAOUACHI, A.; LEVIN, G.T.; CHAOUACHI, M.; CHAMARI, K.; AMRI, M; LAURSEN, P.B. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. **J. Strength Cond. Res.** 22(4): 1037-1045, 2008.
14. COPELAND, J.L.; CONSITT, L.A.; TREMBLAY, M.S. Hormonal Responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. **J. of Gerontology.** 57A, 4, B158-B165. 2002
15. CREWETHER, B., KEOGH, J., CRONIN, J., COOK, C. Possible stimuli for strength and power adaptation – acute hormonal responses. **Sports Med.** 36 (3):215-238, 2006b.
16. CUMMING, D.C.; BRUNSTING, L.A.; STRICH, G.; RIES, A.L.; REBAR, R.W. **Med. Sci. Sports and Exerc.** 18, 4. 369-373. 1986.
17. DE LUCA, C.J. The use of electromyography in biomechanics. **J. Appl. Biomec.** 13:135–163, 1997.
18. DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Med.** 30(6):385-394, 2000.
19. HAKKINEN, K.; ALLEN, M.; KRAEMER, W. J.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HAKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol.** 89:42–52, 2003.

20. HÄKKINEN, K.; PARAKINEN, A.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; ALEN, M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J. Appl. Physiol.** 91: 569 – 580, 2001.
21. HÄKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K.; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J. Appl. Physiol.** 84(4):1341–1349, 1998.
22. HÄKKINEN, K. and PAKARINEN, A. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy resistance protocols in male athletes. **J. Appl. Physiol.** 74(2):882- 887, 1993.
23. HANSEN, S.; KVORNING, T.; KJAER, M. and SJOGAARD, G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.** 11(6):347-354, 2001.
24. HEYWARD V.H.; STOLARCZYK L.M. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2001.
25. HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Eur J Appl Physiol**, v. 215, p. 255-263, 1980.
26. INOUE, K.; YAMASAKI, T.; FUSHIKI, T.; OKADA, Y.; SUGIMOTO, E. Androgen receptor antagonist suppresses exercise-induced hypertrophy of skeletal muscle. **Eur. J. Appl. Physiol.** 69:88-91, 1994.
27. INOUE, K.; YAMASAKI, T.; FUSHIKI, T.; KANO, T.; MORITANI, T.; ITOH, K.; SUGIMOTO, E. Rapid increase in the number of androgen receptors following electrical stimulation of the rat muscle. **Eur. J. Appl. Physiol.** 66:134-40, 1993.
28. JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Brit. J. Nutr.** 40: 497 - 504, 1978.
29. KNUTTGEN, H. G. Strength training and aerobic exercise: comparison and contrast. **J. Strength Cond. Res.** 21:973–978, 2007.
30. KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med.** 35(4):339-361, 2005.

31. KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; NINDL, B.C.; VOLEK, J.S.; MCCORMICK, M.; GOTSHALK, L.A.; GORDON, S.E.; FLECK, S.J.; CAMPBELL, W.W.; PUTUKIAN, M.; EVANS, W.J. Effects of resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. **J. Appl. Physiol.** 87:982-992, 1999.
32. KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPPLET, N.T.; DZIADOS, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.** 78(3): 976 – 989, 1995.
33. KRAEMER, W. J.; FRY, A. C.; WARREN, B. J.; STONE, M.H.; FLECK, S. J.; KEARNEY, J. T.; CONROY, B. P.; MARESH, C. M.; WESEMAN, C. A.; TRIPPLET, N. T. and GORDON, S. E. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. **Int J Sports Med.** 13: 103–109, 1992.
34. LEPERS, R.; MILLET, G.Y.; MAFFIULETTI, N.A. Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33(11):1882–1888, 2001.
35. LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J. BARRY, B.; LOGAN P.A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **J. Strength and Cond. Res.** 17(3): 503 – 508, 2003.
36. LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **J. Strength Cond. Res.** 13(1):47–51, 1999.
37. LOMBARDI, V.P. *Beginning weight training: the safe and effective way.* Dubuque, 1989.
38. Lu, S.S., Lau, C.P., Tung, Y.F., Huang, S.W., Chen, Y.H., Shih, H.C., Tsai, S.C., Lu, C.C., Wang, S.W., Chen, J.J., Chien, E.J., Chien, C.H., and Wang, P.S. (1997). Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: Evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. **Med. Sci. Sports Exerc.** 29: 1048-1054.
39. MCCARTHY, J.P.; POZNIAK, M.A.; AGRE, J.C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.** 34(3):511–519, 2002.

40. Meskaitis, V.J., Harman, F.S., Volek, J.S., Nindl, B.C., Kraemer, W.J., Weinstock, D., and Deaver, D.R. (1997). Effects of exercise on testosterone and nitric oxide production in the rat testis. **J. Androl.** p. S37.
41. NADER, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. **Med. Sci. Sports Exerc.** Vol. 38, No. 11, pp. 1965-1970, 2006.
42. SMILIOS, I. PILIANIDIS, T. KARAMOUZIS, M. and TOKMAKIDIS, S. P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Med . Sci. Sports Exerc.** Vol. 35, Nº . 4, pp. 644-654. 2003.
43. TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. **Sports Med.** 25 (3):191-200, 1998.
44. TREMBLAY, M.S.; COPELAND, J.L.; HELDER, W.V. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. **J. Appl. Physiol.** 96: 531-539. 2003.
45. WILLOUGHBY, D.S.; TAYLOR, L. Effects of sequential bouts of resistance exercise on androgen receptor expression. **Med. Sci. Sports Exerc.** 36:1499-1506, 2004.

ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Termo de consentimento livre e esclarecido

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “INFLUÊNCIA DA ORDEM DA MODALIDADE DE EXERCÍCIO NA RESPOSTA HORMONAL AGUDA AO TREINO CONCORRENTE”, que envolverá a avaliação da composição corporal, da força máxima em diferentes exercícios de musculação e do nível dos hormônios testosterona e cortisol em repouso e induzidos pelo

exercício de força. Entendo que os testes que realizarei são parte desse estudo e terão a finalidade de investigar se existem diferenças nos parâmetros mensurados, quando realizadas as diferentes sessões de treino as quais serei submetido.

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Krueel, Eduardo Lusa Cadore, Mariah Gonçalves dos Santos e bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- a. Aplicar-me quatro testes de força máxima, envolvendo grupos musculares de membros inferiores e superiores.
- b. Aplicar-me 2 sessões de treino de musculação, que se diferenciarão entre si pela ordem da execução dos exercícios na bicicleta ergométrica e de musculação, onde será utilizado um percentual moderado (70%) da carga máxima mensurada nos mesmos.
- c. Aplicar-me um teste de força em 5 momentos durante a cada sessão de treino. d. Coletar amostras sanguíneas minhas, do braço e do lóbulo da orelha, antes, durante e depois das referidas sessões de treino, para posterior análise de lactato e concentrações hormonais.

Eu entendo que, nos testes de força dinâmica e nas sessões de treino:

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Durante o teste máximo na bicicleta ergométrica:

Eu estarei respirando através de uma máscara, na qual estará anexado um analisador de gases e estarão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de mudanças anormais da minha frequência cardíaca e pressão sanguínea ou mesmo um ataque do coração durante os testes. Porém, eu entendo que minha frequência cardíaca será monitorada durante todos os testes de laboratório através de um eletrocardiógrafo, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério. Estará presente um médico responsável, além de estar disponível, no laboratório, uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência.

Durante as coletas sanguíneas:

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: marca temporária no local onde for coletado o sangue.

Durante a investigação:

- a. Os procedimentos expostos acima são explicados para mim por Luiz Fernando Krueel e/ou seus orientandos, Eduardo Lusa Cadore, Mariah Gonçalves dos Santos e bolsistas selecionados;
- b. Luiz Fernando Krueel e/ou seus orientandos, Eduardo Lusa Cadore, Lucas Both e bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;

- c.** Todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação restrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- d.** Eu entendo que não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- e.** Eu poderei fazer contato com o orientador do estudo Professor Dr. Luiz Fernando Kruehl, e seu orientando de doutorado, Professor Ms. Eduardo Lusa Cadore, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através do telefone (051) 3308-5817. Além disso, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (051) 3308-3629.
- f.** Em qualquer instante durante o testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- g.** Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.
- h.** Em caso de qualquer lesão ou emergência ocorrida comigo durante as coletas de dados, será acionado o serviço de emergência médica através do fone 192 (SAMU).

Porto Alegre _____ de _____ de 2010.

Nome em letra de forma: _____

Assinatura: _____